

プラスチックハウス内の収穫運搬作業の 人間工学的研究 (第5報)

—人体におよぼす日照の影響について—

小 嶋 和 雄

(農学部 農業機械学研究室)

Studies on the Human Engineering of Harvesting and Transporting in Plastic House (V)

— The Effect of Sunshine on the Human Body —

Kazuo KOJIMA

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstract : The author investigated the environment, especially the influence of sunshine which the worker receive in plastic house. The measurment was made from March to May, 1976.

The results were as follows.

1) The temperature at the sunny place in plastic house was 5~10°C higher than the temperature at the sunny place in the open air, and was over 30°C on a fine day.

2) When the temperature at the sunny place in plastic house was over 32~33°C, the worker feel a pain for many hours of work. It is considered that the effect of the temperature on the worker stronger than the humidity.

3) The working condition took a bad turn when the temperature in plastic house was over the temperature of body surface of worker.

4) It is difficult to find a certain relation between the intensity of illumination and the temperature, the pulse and the temperature.

緒 言

ハウス内の環境が作業者にとって好ましくないことは一般にいわれるところであり、種々の調査結果もそれを証明している。

ハウス内の環境は作物本位に設定されていて作物の生育に関連するもの以外の因子は全く無視されているといっても過言ではない。

晴天日は作業者は日光を浴びながら仕事をするので、ハウス内の環境データとしての気温は作業者が感じる温度とはかなり異なる。つまり作業者に与える影響は日照下の温度を測定しなければわからない。

そこでハウス内の作業条件がきびしくなる3月中旬から5月下旬にかけて、日照下で作業者が受ける要因を主体とし比較のため野外、室内においても同じ調査を若干行なったので報告する次第である。

実 験 方 法

(1) 調査項目および測定方法

ハウス内、野外、室内において乾球温度、照度、作業者の体温、体表温、脈搏を測定した。

日照下の乾球温度は正確には気温ではなく温度計の温度が加味されることになるが、日照下で人が感じる温度を表わす適当な方法が見当らないので、正確さには欠けるが感覚的には上記の方法でも大きな誤りはないと思いをもちて日照下の温度とした。

体表温は皮膚温を直接測定できればよいがこれも適切な方法がないので、シャツと体表間の空間の温度をもって体表温とした。体表温の測定は被験者は上着をぬぎ、ワイシャツの袖口から普通の棒状温度計（0～100°C）を差込み、腕に接触しないようにまた晴天日には測定部が日陰にならないように留意した。

室内以外では晴天日は日照下で各測定を行なったが、ハウス内、野外における日陰の乾球、湿球温度も期間途中からではあったが測定した。なお乾球、湿球温度による日照下の湿度の測定は疑問点が多いのでデータはとったが実験成績には採用しなかった。

測定日の天気、風の状況も観測した。天気は晴天日と曇天日の2種のみを類別した。薄曇日は晴天日とした。風は大体1～3 m/sの日が多かったがハウス内、室内では全く問題はなく、野外における測定でも特に風に影響されるようなことはなかった。

乾球、湿球温度は普通の乾湿計を、体温は普通の体温計を用いて測定した。照度の測定には光電池照度計を用いた。脈搏は直接被験者の手首の脈搏を測定した。

測定は主に13時から14時までの間に行なった。被験者は壮年男子（48才）であった。

(2) 測定を行なった場所

プラスチックハウスは当農学部付属農場の棟高4 m、軒高1.8 m、広さ約722 m²（13.8 m×52.3 m）の長辺が南北方向のビニール（厚さ0.075 mm）二重張りの鉄骨構造である。天井には換気扇が5台（1台の所要動力は450 W）取り付けられており、ハウス内温度が26°C以上になると運転するように設定してある。栽培作物はスイカであるが、特にスイカを選んだ理由はなく春から初夏にかけて次第に暑くなる時期に長く測定できるハウスを採用したまでである。

野外での測定は農学部の建物（3階）の屋上で行なった。床はコンクリートであるが別に問題はなかった。

室内での測定は農業機械学研究室で行なった。室内を測定項目に加えたのは日照、風が全くない場所として、ハウス内、野外の対照的意味で採用した。

(3) 測定期間

スイカの定植後からハウスの側面のビニールを開くまでを主体とし、3月17日より5月22日まで測定を行なった。ハウスの側面を開いた日は5月14日であるが参考のために5月17日と22日それと3月17日は野外と室内のみ測定を行なった。

測定は連日行なったわけではなく期間中の晴天日の適当な日を選んで行なったのであるが、曇天日も参考のため3月19日、24日、27日、4月20日、30日、5月22日に測定した。（図表の横軸の日付の下に一印があるものが曇天日をあらわす）

実験結果および考察

(1) ハウス内、野外の日照下の温度および室内の温度

測定結果は Fig. 1 のようである。全般的に3月、4月、5月と月日の経過とともに温度が上昇し、室内、野外、ハウス内の順に温度が高く、曇天日は温度が低く室内と野外の温度差が少なくなっているのは当然のことであろう。

ハウスの側面を開いた（直径50～60 cmの孔をとこところにあけた程度）5月14日はハウス内と野外の温度差が少なくなっている。このことは換気扇のみを運転するよりハウス側面も開く方が温度降下に著しい効果があることを示している。

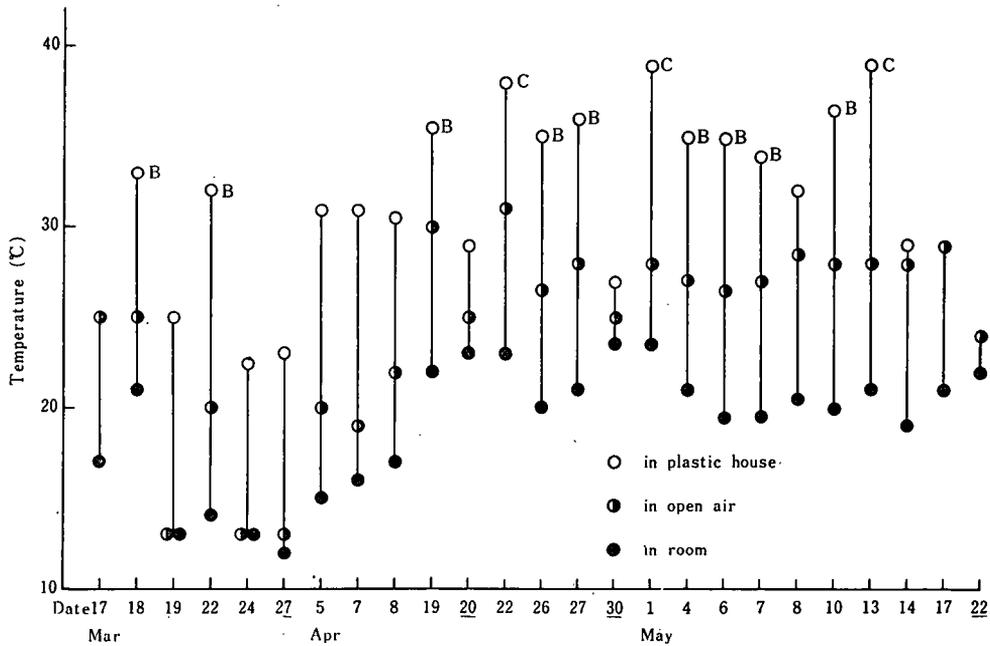


Fig. 1. The temperature at the sunny place in plastic house in open air and the temperature in room.

ハウス内の日照下の温度は野外の日照下の温度より 5~10°C 高く、野外の日照下の温度は室内より 5~8°C 高くなっている。ハウス内は晴天日はすべて 30°C 以上を示している。ハウス内の日中の作業条件が野外や室内にくらべて過酷であることは明らかである。

ハウス内の環境状況を感覚的にあらわすため、被験者が苦痛を感じることなく長時間ハウス内で作業ができると思われる場合を A、我慢すれば 1 時間~30 分程度は作業ができると思われる場合を B、30 分もハウス内で作業するのは困難と思われる場合を C とし、各測定日について判定を下した。

Fig. 1 のハウス内温度の測定値の横に上述の判定結果を記したが、A の記入は省略した。この判定は温度や照度を測定する前に被験者と実験補助者が互に判断し決定したもので全く感覚的判定結果である。

ハウス内の温度が 32~33°C 以上になると判定は B となり、38°C 以上になると C になった。ハウス内以外つまり野外、室内についても一応判定はしたがすべて A であった。

前述したように調査対象ハウスはスイカを栽培しているので灌水をあまり行わず、ハウス内の湿度は比較的低い。(Fig. 3 参照) このため上記の判定結果は温度のみの影響がでているともいえる。湿度が高いハウスではより低い温度のときでも悪い判定がつくと思われる。

気温が 29°C になると精神活動が鈍り、反応が遅く誤りが始まる¹⁾といわれているが、ハウス内は 3 月下旬以降になると曇天日を除けば良好な作業環境ではなくなる。作業時ハウス内が少なくとも曇天日と同じ状態になるように何等かの処置をほどこすことが当面の目標となる。ハウス内の休憩室の天井を覆ってできるだけ日照をさえぎることは容易にできる改善策の一つであろう。

望むような対策が考えられない現在、B、C の判定が下されるような日には作業者は如何にしたらよいか。Fig. 2 にハウス内と野外における日陰の温度の測定結果を示す。これによるとハウス内、野外とも日陰の温度は日照下より 3~7°C 低くなっている、ハウス内で C の判定がついた日でも日陰は B クラスに、B の日は A クラスにと環境条件が良くなっている。そこで作業者はできる

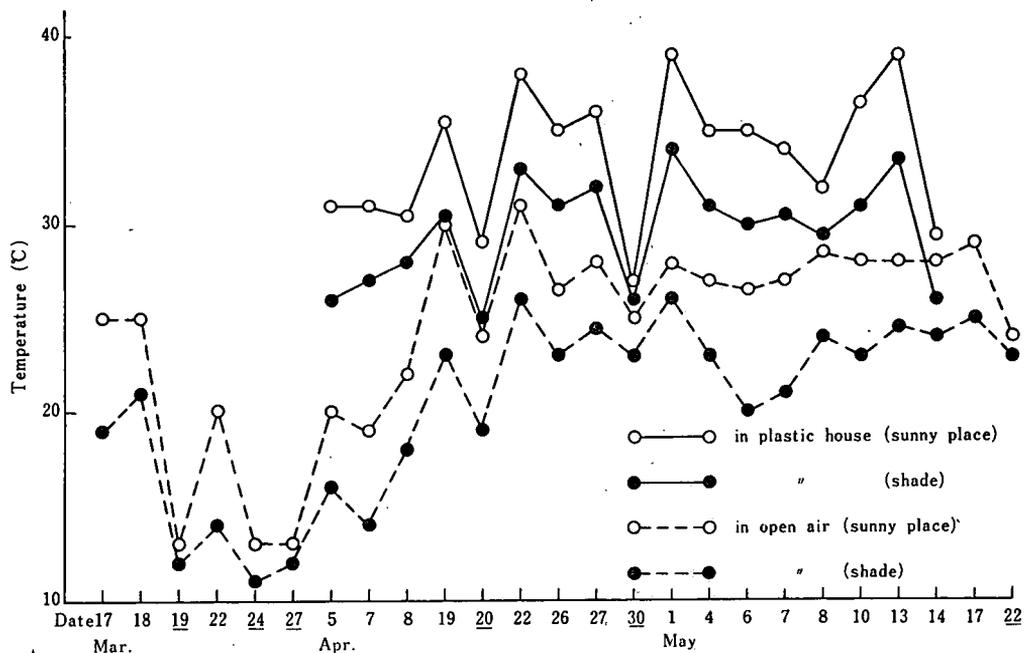


Fig. 2. The temperature at the sunny place and the shade in open air and plastic house.

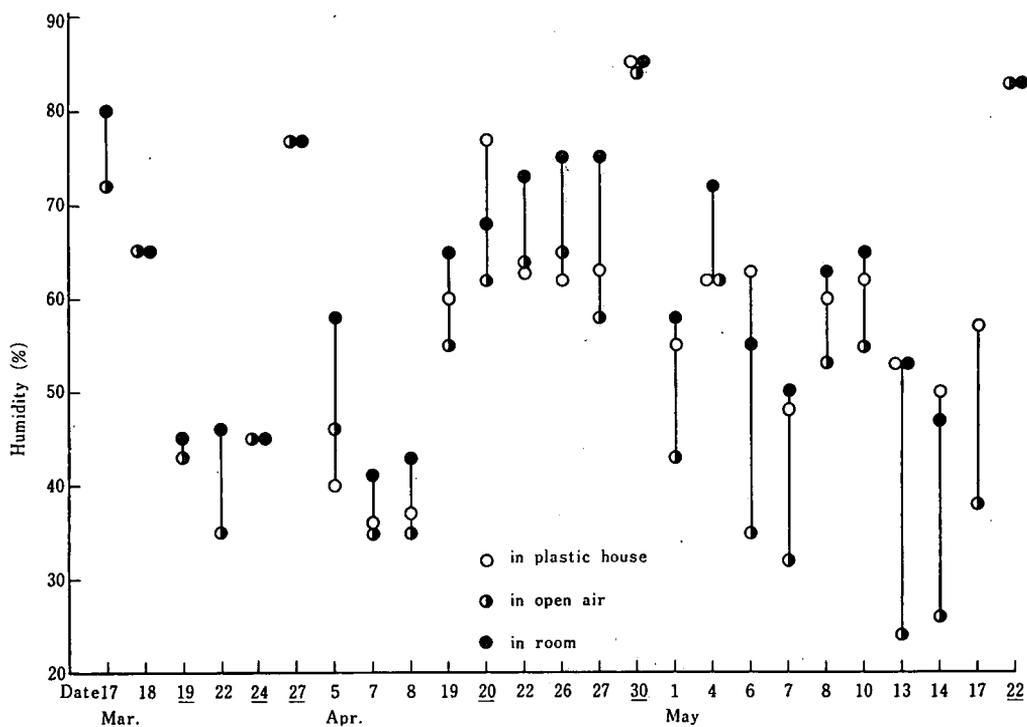


Fig. 3. The humidity in plastic house open air and room.

だけ日照を浴びないように幅広の帽子や袖口の広い長袖シャツを着用するのも一案であろう。

(2) ハウス内、野外、室内の湿度

ハウス内、野外の湿度は既述のように日陰のもので、ハウス内の測定は4月5日から行なった。測定結果はFig. 3のようである。スイカ栽培のためハウス内湿度は室内湿度より低い場合が多い。作業環境としての湿度は30~70%がよいとされている¹⁾。期間中室内湿度が70%以上の日が7日、80%以上の日が3日あるが、環境の良否はすべてAと判定している。ハウス内湿度は70%以上、80%以上の日がそれぞれ1日あるが、ともに曇天日で温度低く判定はAである。反対にハウス内でB、Cの判定を下した日の湿度はすべて63%以下である。

この程度のデータでは明確なことはいえないが、作業環境の優劣は湿度よりも温度の影響が強いと思われる。24名の学生を高温下に暴露させ温熱条件を評価させた結果、生理的にも心理的にも不快感を与えた最大の因子は単なる乾球温度であったという外国の実験結果²⁾がある。

(3) 気温、体温、体表温の関係

既述したようにハウス内および野外の気温の測定は日照下を対象としたので正確な意味での気温でないが、ここでは体温、体表温との区別を明らかにするため気温とした。

室内、野外、ハウス内での測定結果はそれぞれ Fig. 4, 5, 6 のようである。

体温は室内、野外、ハウス内で大差はなかったもので、室内における体温をもって代表値とした。

体表温は既述のように腕とシャツの間の気温であるから、体温が外気温より高い間は体表温は体温より低く外気温より高いのが普通である。室内においてはこのようになっているが、野外においては外気温が体表温より高い日が2日ある。これらの日の温度は30°C、31°Cで野外における温度の最高値に属する。

ハウス内においては外気温が体表温より高い日が8日あり、これらはいずれも環境状況の判定がBまたはCの日であり、とくにハウス内温度と体表温が体温より高い日はCと判定されている。

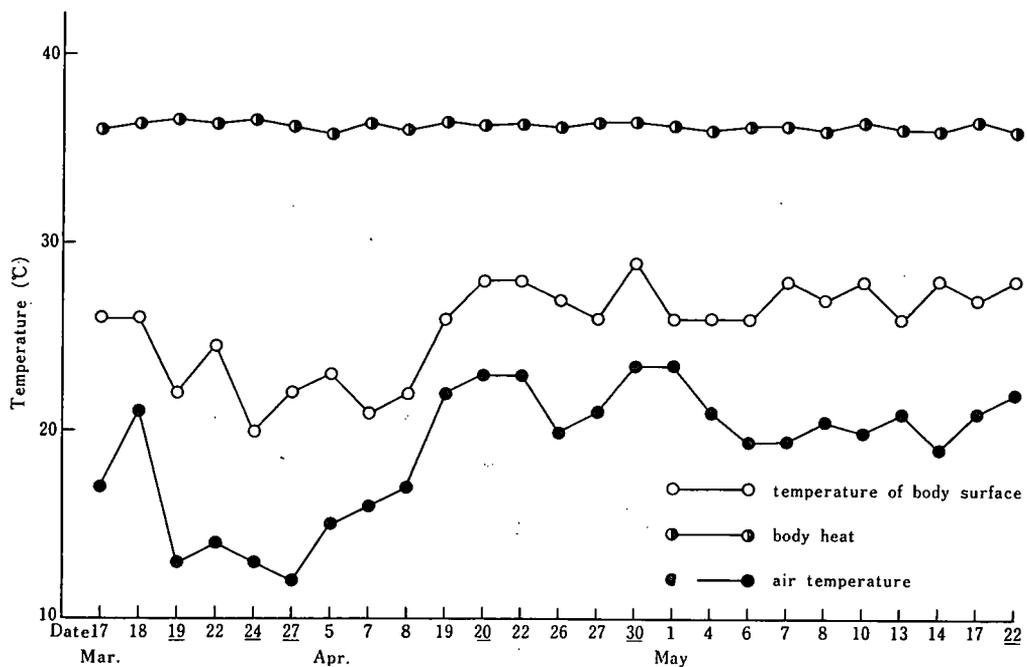


Fig. 4. The air temperature the body heat and the temperature of body surface in room.

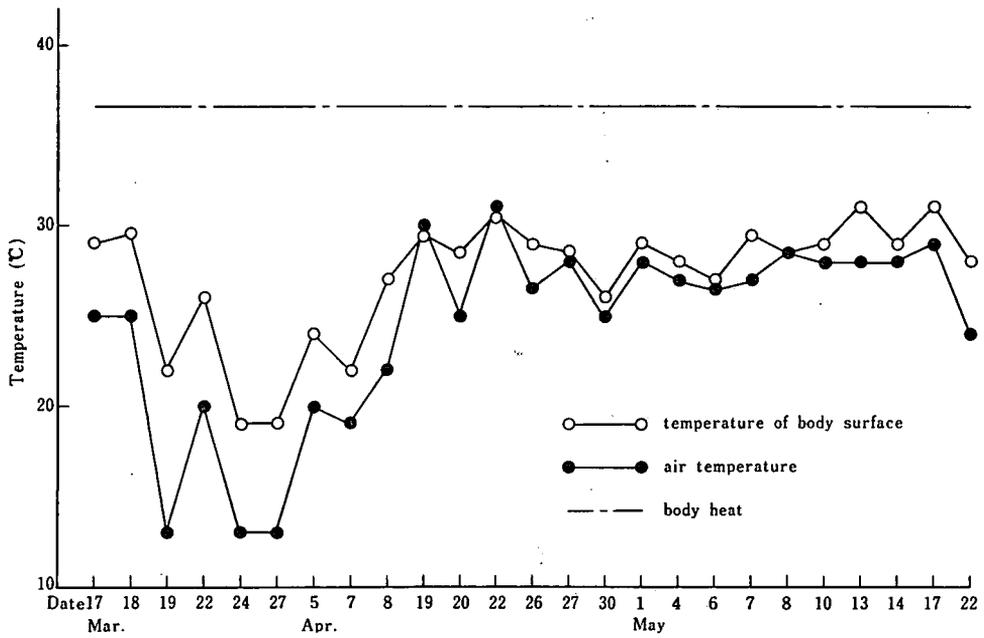


Fig. 5. The air temperature and the temperature of body surface at the sunny place in open air.

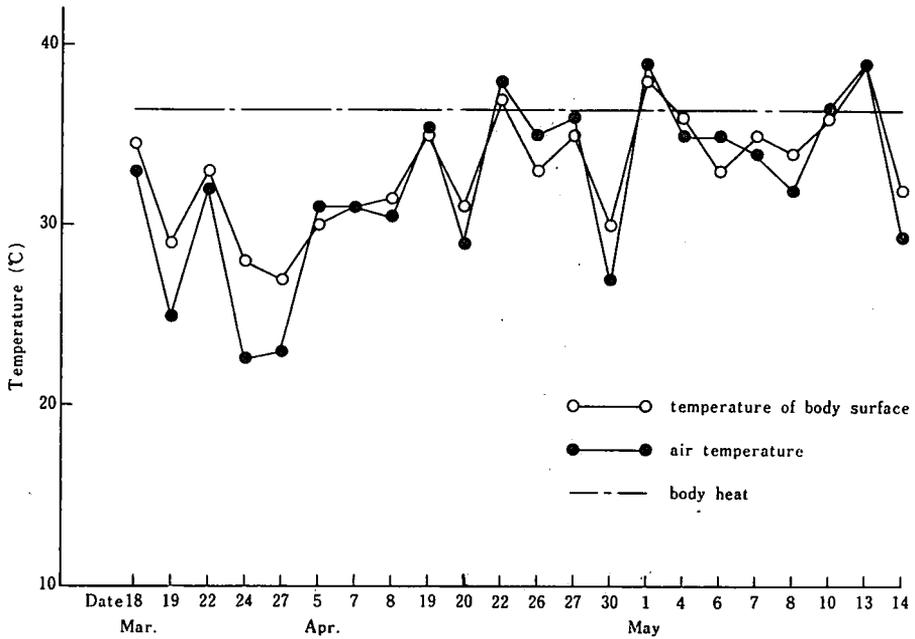


Fig. 6. The air temperature and the temperature of body surface at the sunny place in plastic house.

体表温より外気温が高いと感覚的に暑く感じるし、体温より体表温、外気温が高くなると肉体的活動に苦痛を感じるのは当然であるし農作業ができる環境とはいえない。

(4) ハウス内と野外の照度

照度の測定結果は Fig. 7 のようで、ハウス内の照度が野外より、曇天日が晴天日より小さいの

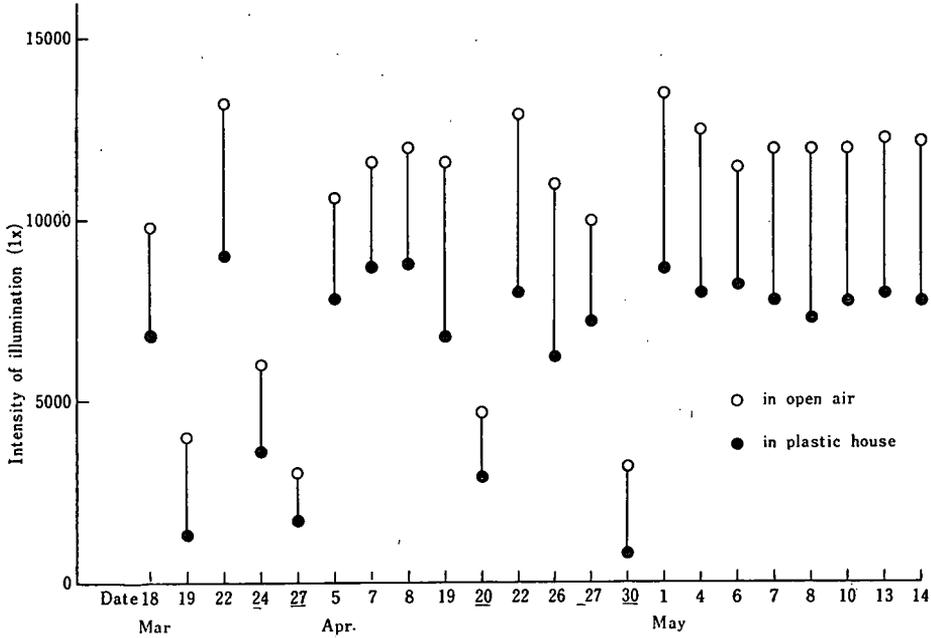


Fig. 7. The intensity of illumination of in plastic house and open air.

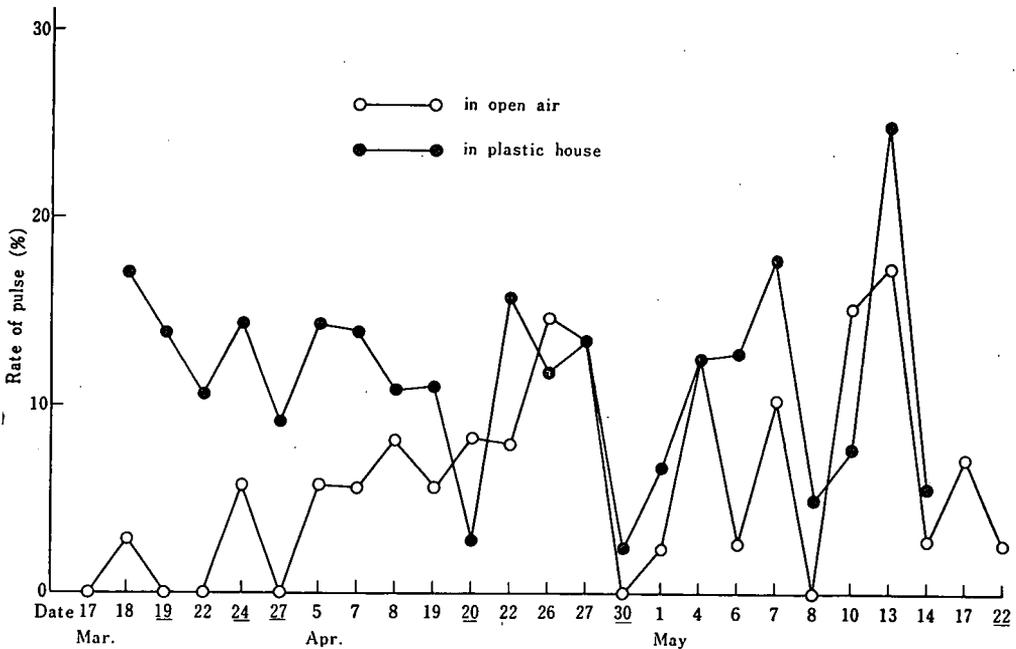


Fig. 8. The rate of the pulse in plastic house and open air to the pulse in room of the worker.

は当然であるが、照度が大きい日が必ずしも温度が高いとは限らない。とくに4月上旬以前にその傾向が強い。

(5) 脈搏の上昇率

室内における被験者の脈搏に対するハウス内と野外における脈搏の比を脈搏の上昇率としその調査結果を示すと Fig. 8 のようである。

温度が高いハウス内や野外において、とくにハウス内で脈搏が上昇する傾向がある。しかし同じ場所における温度と脈搏の関係は明らかでない。

竹内³⁾はハウス内の温度上昇によって作業者の脈搏数が増加することを報告しているが、当調査においては被験者は作業をしていないので最も脈搏数が多い5月13日のハウス内でも106であり竹内の報告よりかなり低い。以上のことから異なった傾向があらわれたものと思われる。

摘 要

プラスチックハウス内の環境とくに日照下で作業者が受ける要因について若干調査した。

調査期間は1976年3月より5月までである。

その結果は次のようである。

- (1) ハウス内の日照下の温度は野外の日照下の温度よりも5~10°C高く、晴天日はすべて30°Cをこえた。
- (2) ハウス内の日照下の温度が32~33°C以上になると、長時間の作業は苦痛を感じる。作業者には湿度より温度の方が強い影響を与えるようである。
- (3) ハウス内温度が体表温より高くなると作業環境は悪くなる。
- (4) 照度と気温、作業者の脈搏と気温の関係は明らかでない。

参 考 文 献

- 1) ウッドソン：人間工学，p. 1~86，コロナ社，東京，1970
- 2) 肝付邦彦抄訳：高温、高湿環境下の乾湿温、不快指数（THI）、WBGTなどに対する評価，労働科学，52-4，p. 221
- 3) 竹内龍三ほか：ハウス内労働による疲労の人間工学的研究（第1報），農業機械学会関西支部報，No. 39，p. 9~11

（昭和51年7月19日受理）

（昭和51年10月29日分冊発行）